This Page Is Inserted by IFW Operations and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES.
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents will not correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09069562 A

(43) Date of publication of application: 11.03.97

(51) Int. CI

H01L 21/768 H01L 21/265 H01L 21/312

(21) Application number: 07227294

(22) Date of filing: 10.08.95

(30) Priority: 14.09.94 JP 06247050

22.11.94 JP 06312774 27.03.95 JP 07 94318 21.06.95 JP 07179506 (71) Applicant:

SANYO ELECTRIC CO LTD

(72) Inventor:

WATANABE HIROYUKI MIZUHARA HIDEKI JITSUZAWA YOSHISUE HIRASE MASAKI AOE HIROYUKI

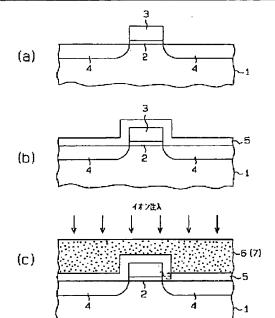
(54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND FABRICATION THEREOF

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decompose the organic components contained in an organic SOG film while reducing moisture and hydroxy group contained therein.

SOLUTION: A gate insulation film 2, a gate electrode 3, and a source-drain region 4 are formed on a single crystal silicon substrate 1. A silicon 5 is then deposited on the entire surface of a device by plasma CVD followed by deposition of organic SOG 6 thereon. Subsequently, the organic SOG 6 is doped with ions selected from a group of silicon fluoride ion, boron fluoride ion, argon fluoride ion, and nitrogen ion thus decomposing the organic components while reducing moisture and hydroxy group contained in the film. Consequently, the organic SOG 6 is changed into a modified SOG 7.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



3

公 裁(A) 盐

(11)特許出職公開無号

特開平9-69562

-		Ì	1 E 4 (%)	HILLS (1961) THE WAY (1981)
報別記号	庁内盤理番号	i.		技術表示箇所
		HOIL	21/50	S
			21/312	. 2

21/265 21/312

H01L 21/765

(51) IntCL.6

(全30頁) 審査請求 未糖次 離水頃の数6 FD

Z 3: G

21/265

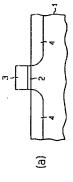
(21)出題番号(22)出題番号	特爾平7-227294 - 平成7年(1905) 8 日10日	(71) 田賀人 (00001889) 山海電銀河	000001889 三海電機保払会社 士布辞中日本資本第2丁目5条6号
(31) 優先禧士張备号 特顯平6-247050	特類平6-247050	(72)発明者	次配付 第之 法
(32)優先日 (33)優先権主張国	平6 (1994) 9 月14日 日本 (J P)	(72)発明者	洋 电损 株式会社内 水原 秀樹
(31)優先権主受番号 (32)優先日	特顧平6-312774 平 6 (1994)11月22日		大阪府守口市京阪本選2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
(33)優先権主張因(31)優先権主張各号	日本(JP) 特額ギ7-94318	(72)発明者	实代 住居 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
(32) 優先日 (33) 優先權主張區	平7 (1995) 3 月27日 日本 (J P)	(74)代理人	详重機株式会社内 弁理士 夏田 博宜
			最終買に続く

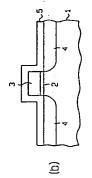
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法および半導体装置

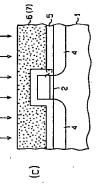
[課題] 有機SOG既に含まれる有機成分を分解させる

と共に、膜中に含まれる水分および水酸塩を減少させ

【解決手段】単結品シリコン塔板1の上にゲート絶縁殿 2. ゲート電艇3, ソース・ドレイン領域4が形成され る。次に、プラズマCVD法を用いて、デバイスの全面 にシリコン酸化脱5が形成される。粒いて、シリコン酸 オン注人法を用いて、ファ化シリコンイオン、フッ化ボ ロンイオン、アルゴンイオン、ポロンイオン、窓崟イオ ンからなるグループから選択された一つのイオンを有機 SOG脱6にドープすることで、有徴成分を分解させる 5。その結果、有機SOG膜6は改質されたSOG膜7 化版5の上に有機SOG版6が形成される。そして、イ と共に、膜中に含まれる水分および水酸塩を減少させ こばえられる。







[請求項1] - SOG幌にイオン追入を行う工程を備え た半導体装置の製造方法。 (特別表の独国)

1、またはこれら元素の代合物イギンからなるグループ から選供された少なくとも一つのイオンをイオン電人法 を用いてSOG脱にドーブする工程を備えた半導体装置 [胡永重2] 本語性ガスイオン、111 b, IVb, V b, VIb, VII b, IVa, Vaの各版の元素単体イオ の製造方法。

ム, スズ, テルル, 箔, ピスマス, チタン, ニオブ, ハ の任合物ですと、ファ素の化合物ですとからなるグルー フニウム、タンタルの定義単体イオンまたはこれら元素 アから遊供された少なくとも …つのイオンをイオン混入 法を用いてSOG版にドープする工程を備えた半導体装 益, アルミ、イオウ、塩素、ガリウム、ゲルマニウム、 [胡永斑3] 不活性ガスイオン、ボロン、窒素、酸 ヒ紫、セレン、泉森、アンチモン、ヨウ森、インジウ 日の製造方法。

をイオン注入注を用いてSOG版にドープする工程を備 【樹来項4】 不活性ガスイオン、ポロンもしくはヒ素 の元素単体イオン、またはこれら完素の化合物イオンか **ふなるグループから遠状がれた少なへたも一つのイキン** えた中央体技術の製造方法。

資体設置の製造方法において、値配SOG版は有機SO [請求項5] 請求項1~4のいずれか1項に記載の半 【清水項6】 請求項1~5のいずれか1項に記載の半 単体設置の製造方法によって形成された806歳を多め G膜または無機SOG酸である半導体装置の製造方法。 配袋間の層間絶縁版として用いる半導体装置。

「治明の詳細な説明」 0 0 0 1]

近および半導体装置に係り、群しくは、SOG (Spin 0 n Glass)版の製造方法および当該SOG版を用いた榜 「治明の属する技術分野」本治明は半幕体装置の製造方 問題検験に関するものである。

0 0.0 2

[従来の技術] 近年、半導体集権回路のさらなる高集権 Uでないと、時間絶縁版の上部に形成された配線に段差 が生じて断線などの故障が引き起こされる。従って、増 問絶縁膜の表面(すなわち、デバイスの表面) は可能な 果り平坦化されていなければならない。このように、デ 化を実現するために、配線の微細化および多層化を進め ることが要求されている。配線を多層化するには各配線 間に時間絶縁駁を設けるが、その時間絶縁腕の表面が平 配線の版細化および多層化に伴ってますます重要になっ パイスの表面を平坦化する技術は平坦化技術と呼ばれ、

採版としてSOG販があり、特に位間絶縁般材料のフロ [0003]平坦化技術において最も多用される時間絶 一特性を利用した平坦化技術において盛んな検討がなさ

れている。SOGとは、シリコン化合物を有機溶剤に溶 リコンを主成分とする既の総称である。SOG阪を形成 を観和するように形成される。その結果、当該溶液の散 解した溶液、および、その溶液から形成される。酸化シ 発液を基板上に減下して基板を回転させる。すると、当 資産液の複数は、配線によって形成される場板上の投送 コ基した、その国籍には近く、その記籍には終く、政権 **有機溶剤が蒸発すると共に重合反応が進行して、表面が** するには、まず、シリコン化合物を有機溶剤に溶解した 戦の表面は平坦化される。次に、熱処理が描されると、 PJIなSOG脱が形成される。

うに、シリコン化合物中に有機成分を含まない無機SO G版と、一般式 (2) で及されるように、シリコン化合 [0004] SOG駅には、一般式(1) で見されるよ 第中に石板成分を含む石板SOG駅とがある。

(RX SiOy) n ……(2) (n, X, Y; 整数、R; アルキル塔またはアリール [0005] (SiO₂)_n

職限SOG脱は、水分および水酸塩を多量に含んでいる。 1.12. CVD (Chemical Vapor Deposition) iditta を0.5 ヵm 以上にすると熱処理時にクラックが発生し場 **ト形成なれたショコン核化製の比べと販売があり、駅**序 いという欠点がある。 [0006] -方、有概SOG版は、分子構造上、アル ため、熱処理時におけるクラックの発生が抑制され、版 以を0.5 ~1 gm 程度にすることができる。従って、ff 機SOG腕を用いれば、腕原の大きな層間絶縁腕を得る ことができ、塔板上の大きな段系に対しても上分を平坦 キル塔またはアリール塔で結合が開じている部分がある 化が可能になる。

【0007】しかし、有限506版には有限成分が含ま れているため、ピアホールを関门する院のエッチングに グでは、四フッ化炭素と食素の混合ガス系を用いる必要 がある。一般に、層間絶縁膜にピアホールを開口する際 のエッチングでは、エッチングマスクとしてフォトレジ ストが川いられる。しかし、四フッ化炭素と依素の混合 ガス系をエッチングガスとして川いると、フォトレジス トまでもエッチングされてしまう。その結果、フェトレ ジストでマスクされている 有機 S O G 脱までもエッチン グされてしまい、仮細なピアホールを正確に形成するこ おいて、四フッ化炭素と水素との混合ガス系(CFu+ め、有数SOG駅にピアホールを開口する際のエッチン H2) を川いるとエッチングレートが近くなる。そのた とができなくなる。

[0008]また、無模SOG脱に比べれば少ないもの る。さらに、SOG版の総縁性および機械的歯岐は、C い。そのため、一枚に、SOG脱を房間絶核脱として川 V D近によった形式がされかション優先数に比えた意 の、有限SOG脱にも水分および水酸塩が含まれてい

Ē

C. Cheng. H. C. Huang, M. S. Lin, Proc. of IEEE VMI トを除去する際のアッシング処理時には、有機SOG膜 う。リセスが発生すると、スパック法を用いて配線を形 もいう。また、有限SOG脱に含まれる有機成分が分解 いる場合には、水分および水酸県を運転する性質に加え て絶縁作および段政的治度が高い。他們をもつ絶縁観をS OG駅の上層および下層に形成したサンドゥイッチ構造 が採用される。そのような絶数観としては、通常、CV 【0009】 Lかし、有数SOG既には有数成分が含ま れているため、ピアホールを周囲する際のエッチング時 に、有機SOG製中に含まれる水分や下層のシリコン酸 **化版からの版表供替により、上層および下層のシリコン** る。また、エッチングマスクとして川いるフォトレジス に含まれる有機成分も分解するため、有機SOG販が収 り、有機SOG顧部分が後週してリセスが発生してしま **成する際に、ピアホール内に配数を十分に埋め込むこと** 痣、リセスはレトログレッション(Retrogression)と すると、有機SOG膜の吸湿性が高まる。ちなみに、こ D法によって形成されたシリコン酸化酸が川いられる。 ができなくなり、良好なコンタクトが得られなくなる。 れらの問題については、 (C. K. Wang, L. M. Liu. H. **位化原に比べて右模SOG験が分分にエッチングされ** 稲する。その結果、介機SOG駅にクラックが生じた

[0010]そこで、特別ド1ー307247号公散に関訴されるように、有機SOG版に儀案プラズマ処理を施すことで、有機SOG版中のCーSi結合をSiーOーSi結合に変化させ、有版SOG版に含まれる有機成分を分解する方法が提案されている。

C. p. 101 (1994)..] に詳しい。

[0011] 四44に、有限SOG際の後素プラスマ処理前後の赤外吸収スペクトルを示す。高、有限SOG版の相似は「CH3Si(OH)3」で、その認りは3000 Aである。その形成方法は、まず、前記組成のシリコン化合物のエタノール溶液を基板上に済下して基板を回転達度;4800 rpmで204期間軽させ、当成溶液の核酸を基板上に形成させる。次に、発素が例気中において、100で1分間、200でで1分間、200でで1分間、200でで1分間、200でで1分間、200でで1分間、200でで1分間、300でで1分間、高の高地にの85による。続いて、処理時間;604間、高周減出;6008に四条件で有限SOG版に核素プラスマ処理が結される。

[0012] 図44において、グラフ44ー1は有機SOGののの成直後(検索プラズマ処理が論される前)、グラフ44ー2は検索プラズマ処理が論された直後、グラフ44ー3は検索プラズマ処理が論されてからクリーンルーム内で大気中に3日間順された後、グラフ44ー4は検索プラズマ処理を摘されてからクリーンルーム内で大気中に7日間順された後の右限SOG級の赤外吸収スペクトルである。

(0013) グラフ44-1にがすように、確素プラスマ処理前には、彼数 (#AFE NABBER);約3000ca-1と125 0cu-1/存近に有機成分に起出する吸収セークが足られる。高、約3000ca-1/存近の吸収セークはCー日結合の数句に起出し、1250ca-1/存近の吸収セークはCー日結合の数句に起出するものである。しかし、グラフ44-2-41-4-1よよび1250ca-1/存近に吸収セークが足られない。第って、後素プラズマ処理により、有数SGSに含まれるが成られない。第って、後素プラズマ処理により、有数SOSに含まれるイ酸が分解されているのかわかる。

[0015] このように、有機SOG版に依案プラズマ処理を施す方法には、有機成分が分解されるという利益がある反面。 欧中に含まれる本分および本後指が増大するという欠益がある。

[0016] SOG版に含まれる本分および本格店が寄 大するとボイズンドピアなどの不良が起こる。ボイズン ドピアとは、配製に金銭を用いた場合、ピアホール部に 窓出しているSOG版に含まれる本分により、ピアホール 部に溢出している SOG版に含まれる本分により、ピアホール 部に溢出している SOG版に含まれる本分とピアホール 部の配製とが反応し、コンタフト板形が高くなるという 問題もある。ちなみに、これらの問題については、[C. Chiang, N. V. Lan. J. K. Chu, N. Cox. D.Fraser, J. Bozarth, B. Mmford, Proc. of IEEE VAIC, p. 404 (1987).] に許しい。

【0017】これを防止するには、崩患サンドゥイッチ 構造(CVD造によって形成されたション格化酸をS OG酸の上層および下層に形成する構造)を採用すると 状に、上層のション酸化酸を形成する前にSOG酸を エッチパックすればよい。そうすれば、ピアホールの断 値が上層および下層のション酸化酸だけで形成され、 ピアホール部にSOG酸が適出しなくなる。しかし、S OG酸をエッチパックする工程が必要になるため、その 分だけ製造工程が複雑化してスルーブットが低下するという問題がある。

[0018] キニマ、有数SGGにイオン市人担を加いてファ素をドープすることで、有数成分を分解させると 広こ、 駅中に含まれる本分および本数場を減少させる が近が投業されている [L-J. Chen. S-T. Ikia. J-L. L eu. Proc. of IEEE VMIC, p.81 (1994). 参照]。 画稿文には、 影形: 4000人の有数SGGMへ、加速エネルギー: 400kg、または80kgマ、ド・ズは; 3×10¹⁵cm -2のファ 素イオンを消入し、425 でで30分間の熱処理を適した結果、 有数SGEに含まれる水分を減少させることができたと記載されている。

[0019] また、有機SOG版にイオン記入法を用いてシリコンまたはリンをドープイあことで、有機成分を分解させる方法が純栄されている(N. Moriya, Y. Shac ham-Diamond, R. Kalish, J. Electrochem. Soc.. Vol. 140. No.5. p. 1442(1993)を照)。

4, 酸化窒素 (N2 O) などのプラズマ処理を結じことで、有機化窒素 (N2 O) などのプラズマ処理を結じここで、有徴成分を分解させる方法も提案されている (C. K. Wang, L. M. Liu, H. C. Cheng, H. C. Huang, M. S. Lin, Proc. of IEEE WHC, p. 101 (1994), M. Marsu ura, Y. Ii, K. Shibata, Y. Hayashide, H. Kotani, Proc. of IEEE WHC, p. 113 (1993), 参照]。

「徳明が解決しようとする課題」しかし、有数SOG酸 にイオン注人法を加いてフッ素をドープする方法には、 以下の問題がある。.

[0021]

【0022】(1)配袋にアルミニウムが川いられた場 介、SOG砂ドのフッポによってアルミニウムが収在される (Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 31 (1992) pp. 2045–2048 Par t 1. No. 6B, June 1992 参照】。 [0023] (2) MOSトランジスクの上にフッ基をドープしたSOG磁が形成された場合、SOG製中のフッポによってゲート砲線数が低端電車化されるため、ゲート絶線数の実効的な数厚が呼くなる。その結果、関値出近変化するなど、MOSトランジスタの差下特性が 位計値とは別なったものになる。

[0024] (3) MOSトランジスタの上にフッ茶をドープしたSOG酸が形成され、ソース・ドレイン領域がリンまたはボロンの不線物版版によって形成されている場合、SOG酸中のフッ素によって当波不線地域散が抑制される。その結果、MOSトランジスタの茶合特性が放設値値とは残なったものになる。

【0025】また、有後SOG飯にイオン店人はを用いてリンまたはリンの化合物をドーブイる方法には、配銀にアルミニウムが狙いられた場合、SOG鮫中の水分とリンとが反応してリン酸(Hg PO4)が年成され、そのリン酸によってアルミニウムが収貨されるという問題

【0026】そして、有機SOG既にイオン法人述を加いてシリコンまたはシリコンの化合物をドープする方法

には、SOG駅の存電性が高くなりが開発は影響としての作品が劣化するという問題がある。

[0027] 本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、以下の11的を有するものである。 1) SOG数に含まれる本分および本格場を減少させることが可能な事項を表現る本のである。

[0028] 2) SOG駅に含まれる石板成分を分解させると共に、駅中に含まれる水分および水板場を減少させることが可能な平等体製剤の製造方法を提供する。
3) 平川性に接れ、ボイズンドビアなどの不良を回避することが可能な好問節結散を備えた下等体装置を提供する。

[0029]

「既道を解決するための手段」請求項11に記載の後町は、80G数にイオン担入を行う工程を備えたことをその数行とする。

[0030] 請求項2に記載の発明は、不活性ガスイナン、III b, IVb, Vb, VIb, VII b, IVa, Vaの各版の元素単体イオン、またはこれら元素の化合物イオンからなるグループから選択された少なくとも、つのイオンをイオン注入法を削いてSOG版にドーブする工程を商えたことをその契行とする。

(0031) 面米項3に記載の発明は、本語能力スイナン、ボロン、経路、後端、アルミ、イオウ、塩塩、ガリウム、ゲルマニウム、ヒ端、セレン、臭器、アンチモン、コの端、インジウム、スズ、テルル、箔、ピスマス、チタン、ニオブ、ハフニウム、テンテルの高楽単体イオンからなるグループから違訳された少なくとも一つのイオンをイオン消入法を加いてSOG飯にドーブする工程を超えたことをその要官とする。

(0032) 胡沢切りに記載の発明は、存活性ガスイオン、ボロンもしくはヒ素の元素単体イオン、またはこれら元素の化合物イオンからなるグループから選択された少なくとも一つのイオンをイオン混入法を用いてSOG 版にドーブする工程を備えたことをその要指とする。
[0033] 請米切らに記載の発明は、請米項1-4のいずれか1 加口が取の光道体表別の選択が出してもいていまれか1 加口が取り光道体表別の選択を出いて

以にアーノチル上在を指えたことをその交出させる。 【0033】 請求項与に記載の場別は、請求項1~4の いずれか1項に記載の半導体装置の製造方法において、 演記SOG版は有限SOG際または無限SOG版である ことをその変行とする。

「0034」請求項6に記載の発明は、請求項1~5の いずれか1項に記載の半導体装置の製造方法によって形成されたSOG版を多労伍範囲の管開発装配として用いることをその要旨とする。

[0035]

【発明の支給の形態】 (第1支給形態)以下、本発明を具体化した第1支給形態の製造方法を図1および図2に従って説明する。

20分数点が25 NH 1 および32 になって記ります。 【0036】まず、27 (a) に示すように、(10 0) p 型(または n 型)単結晶シリコン基板 1 の上にゲ 9

ス・ドレイン領域すが自己整合的に形成されてMOSト ート絶縁脱2 (脱厚;100 A) およびゲート追極3 (脱 パ;2000人)が形成される。そして、ゲート絶斡脱2お よびゲート電極3をマスクとするイオン注入法を用いて 塔板1にn 頓 (または p 頓) 不純物がドープされ、ソー ランジスタが完成される。

CVD法を用いて、デバイスの全面にシリコン酸化版5 O2), TEOS (Tetra-ethoxy-silane) と低素 (T EOS+02) などであり、成院温度は300~900 ℃で (殿屋:1500人) が形成される。高、このプラズマCV D法で用いられるガスは、モノシランと亜酸化窒素 (S [0037] 次に、図1 (5) に示すように、プラズマ i H4 + N2 O) , モノシランと改恭 (Si H4 +

ン酸化脱5の上に有機SOG販6が形成される。有機S OG版6の組成は [CH₃ Si (OH) 3] で、その版 厚は4000人である。その形成方法は、まず、前記組成の タノール溶液の核膜は、塔板11つ段差に対して、その 門部にはなく、その出語には無く、収込を統領するよう に形成される。その結果、エタノール溶液の核膜の表面 は平坦化される。次に、温素雰囲気中において、100 ℃ 分間、300 ℃で30分間、駅次熱処理が陥されると、エタ ノールが蒸発すると共に重合反応が進行して、表面が平 て基板を阿剌達度:4800 rpmで20秒周回転させ、当裁浴 液の被駁を塔板1の上に形成させる。このとき、そのエ で1分間、200 ℃で1分間、300 ℃で1分間、22℃で1 [0038] 松いて、図1 (c) に示すように、シリコ シリコン化合物のエタノール溶液を基板1の上に適下し 型な有機SOG販6が形成される。

ループから選択された、つのイオンを有限SOG版6に ドープすることで、有環域分を分解させると共に、膜中 有限SOG版もは、有機成分が含まれず、水分および水 **佐場が償かしか含まれないSOG駸(以下、改覧SOG** 【0039】そして、イオン注入法を用いて後記するグ に含まれる水分および水酸塩を減少させる。その結果、 版という)7に変えられる。

[0040] 次に、図2 (a) に示すように、プラズマ **版8 (阪厚;200 A) が形成される。シリコン酸化版8** CVD法を用いて、改覧SOG膜1の上にシリコン酸化 の形成条件はシリコン酸化脱5と同じである。

[0041] 続いて、図2(b)に示すように、四フッ 化炭素と水素の混合ガス系をエッチングガスとして用い る異方性エッチングが行われ、ソース・ドレイン領域4 の上の各版5~8にピアホール9が形成される。

ルミニウム脱が堆積され、そのアルミニウム脱が所望の 【0042】その後、図2 (c) に示すように、スパッ **タ 法を用いてピアホール 9 内を含むデバイスの金面にア** パターンになるように異方性エッチングが行われてソー ス・ドレイン結構(ソース・ドレイン配線)10が形成

[0043] 本戊酯形態の製造方法によれば、以下の作 II および効果を得ることができる。

程度にすることができる。従って、改質SOG膜7を川 き、基板1上の大きな段差に対しても十分な平川化が可 ①シリコン俊化版5と改賞SOG版7とシリコン核化版 ジスタの上に形成されている。政知SOG版7は有数S おけるクラックの発生が抑制され、殿長を0.5 ~1 μm 8 とからなる 3 松精造の松田絶縁版 1 1 がMO S トラン OG殿6と同様に、分子構造上、アルキル場またはアリ -- ル基で指令が国じている部分があるため、熱処理時に いれば、特別絶縁脱11の観覚を大きくすることがで

[0044] 24ショコン仮化版5, 8で収欠SOG版 れているのは、改賞SOG膜7が大気中の水分を吸収す は、毎四絶縁版11全体としての他縁性および数統的強 水分および水磁基がMOSトランジスクに与える影響を 無へ十ためためる。そつた、ショコン酸化酸8が設ける 度を高めるためである。また、シリコン酸化酸5が設け られているのは、改数SOG版7に使かに合まれている 7 が快まれたサンドウイッチ構造が採用されているの るのを貼ぐためである。

も、そのフォトレジストが役されることはなく、そのフ チングされることもない。 浣って、疫쐴なピアホール 9 [0045] ③改作SOG版7には有機成分が含まれて ことができる。そのため、当該エッチングにおいて、エ *トレジストでマスクされている政权SOG版7がエッ を、四フッ化炭素と水素の混合ガス系の雰囲気中で行う いないため、ピアホールりを形成するためのエッチング ッチングマスクとしてフォトレジストを用いた場合で を正確に形成することができる。

[0046] 王改哲SOG版7には有機成分が含まれて リコン酸化酸5,8と同じになる上に、エッチングマス グ処理時に改覧SOG版でが収縮することはない。その ピアホール9を形成する際にリセスが発生することはな い。従って、ピアホール9内にアルミニウム駁を十分に 型め込むことが可能になり、ソース・ドレイン電搬10 とソース・ドレイン領域4との間のコンタクトを良好に こなこため、収賞SOG版1のエッチングレートは谷ツ グとして川いたフォトレジストを除去する際のアッシン ため、改質SOG阪7にクラックが生じることはなく、 することができる。

リコン位化版5、8を省いて改質SOG版7を単層で用 ず、水分および水位基が賦かしか含まれないため、各ツ [0047] 回收低SOG版7には有機成分が含まれ いることもできる。

Jする。尚、本実摘形題において、第1 実施形題と同じ [0048] (第2災施形理) 次に、本発明を具体化し た第2 実施形態の製造方法を図3 および図4 に従って説 構成部材については符がを芬しくしてその詳細な説明を

[0049] まず、図3 (a) に水すように、p型 (ま およびゲート指摘3が形成され、ソース・ドレイン領域 22が形成される。その後、スパック法を用いてピアキ れ、そのアルミ駅が所架のパターンになるように異方性 たは 1 型)単結晶シリコン場板1の上にゲート絶縁戦2 4が形成されてMOSトランジスタが完成される。そし て、デバイスの全面に特別絶縁版21が形成され、ソー ス・ドワイン 紀式40~6粒 四部技数 2 1 にアンポール エッチングが行われてソース・ドレイン電視(ソース・ - ル2214を含むデバイスの合画にアルミ殿が堪積さ ドレイン配装)10が形成される。

(c) に示すように、シリコン後化膜5の上に有機SO [0050] 次に、図3(b)に示すように、デバイス の全面にシリコン酸化脱らが形成される。続いて、因3 G厩6が形成され、イオン注入によって有限SOG駅6 は世質SOG段7に変えられる。

OG膜7の上にシリコン酸化膜8が形成され、樹間絶縁 [0051] そして、図4 (a) に示すように、改姓S 門フッ化炭素と水素の混合ガス系をエッチングガスとし て用いる景力位エッチングが行われ、各数5~8にピア 脱11が形成される。次に、図4(b)に示すように、 ホール 9 が形成される。

ルミ膜が傾倒され、そのアルミ戯が所望のパターンにな るように以方代エッチングが行われて配級23が形成さ [0052] 嬉いて、図4、0/に水すように、スパッ タ法を用いてピアホール 9 内を会む デバイスの会画にア

いる。この場合でも、MOSトランジスタおよび第1配 としてのソース・ドレイン配殺10の上に、傾間絶縁既 [0053] このように、本実施形態では、第1M線層 1.1を介して第2配線層としての配線2.3が形成されて 異層に影響を与えることなく第1 実施形態と同様の作用 および効果を得ることができる。

改質SOG製7の温気的特性については、アルミニウム 記様を用いたMOS(Metal Oxide Semiconductor)キ 次に、収置SOG既1の構造および各種特性について選 (Electron Spin Resonance) 法、TDS (Thermal Desorpt 註、SIMS(Secondary Ion Mass Spectroscopy) 社、ESR ナバシタを作裂し、路周波CV(Capacitance Voltage) [0054] (改覧SOG版7の構造および各種特性) くた結果を語べる。 设置SOG数7の存品については、 母然性、および吸湿性の評価結果とあわせて検討した。 ion Spectroscopy)はを用いて評価し、プラスマ耐性、 FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) 法を用いて評価した。

【0.0.5.5】脱の安定性に関して、耐熱性、ブラズマ耐 は、窒素雰囲気で熱処理した前後の膜度変化に着目して し、FT-IR 让による赤外吸収スペクトル (FT-IR スペク 住、水分透過性、吸湿性に着目して評価した。耐熱性 評価した。また、TDS 注を用いて脱離するガスを分析

トル)の変化と比較して依計した。プラズマ研作は、プ ラズマ(レジストをアッシングする条件) に関した道袋 の取り変化や赤外吸収スペクトルの変化に着目して。詳価 内に放置した道後、およびブレッシャー・クッカー状態 して評価した。存SOG数6、7の数形は、所述SEN(Sc anning Electron Microscope) 过を川いて評価した。 名 SOG底6, 7の電気的特性は、(100)n 程単結晶 シリコン馬板上にアルミニウム温板を用いたMOSキャ パシタを作製し、高周波の法(周波数; 13412)を用い て評価した。NOSキャバシタは沿岸形成後に、フォー ミングガス(H2 / N2 = 1/9) 中で450 ℃で15分の熱処型 した。吸湿性や水分透過性については、クリーンルーム (PCT) を行った崩後の赤外吸収スペクトルの変化に着日

< A - 1. 改賞SOG版7中の化学報合 (FT-IR 法) > 図5に、有限SOG戦6に権々のイオンが注入された値 後の赤外吸収スペクトルをFT-IR 法によって測定した結 果を示す。尚、イオン注入の糸作は、加速エネルギー; 140keV、ドーズ量:1 ×10^{16cm-2}であり、イオン記入後 に300 でで30分間の熱処理が行われる。また、イオン注 入後の熱処理については省いても同様な結果を得ること [0056] (A. 改覧SOG販7の開班契化) かいもの。

後、グラフ5-6ほシリコンイオンが注入された直後、・ [0057] | | 105において、グラフ5-1は有機SOG 膜6の形成直後(イオン注入が行われる前)、グラフ5 **-2はフッ化シリコン(SiF3) イオンが注人された** 直後、グラフ5~3はフッ化ポロン(BF2) イオンが 注入された直後、グラフ5ー4はアルゴンイオンが注入 された直後、グラフ5ー5はリンイオンが法入された直 グラフ5-7はボロンイオンが主人された直後、グラフ 5-8はファ素イオンが作人された直後の改賞306戦 **「の水外吸収スペクトルである。**

[0058] グラフ5ー1に示すように、イオン注人前 には、波松 (WAVE NUMBER) : 約3000cm-1と1250cm-1付 近に有機成分に起因する吸収ビークが見られる。尚、約 し、1250cm-1付近の吸収ビークはC - H結合の変角に起 因するものである。しかし、グラフ5ー2~5-8に示 すように、イオン沪人後には約3000cm-1および1250cm-1 付近に吸収ピークが見られない。また、グラフ5ー?~ 5-8に示すように、注入するイオン権を変えても改覧 SOG脱りの赤外吸収スペクトルは変化しないことがわ かる。従って、イオンが注人されることで、有機SOG 3000cm-1付近の吸収ビークはC-H結合の仲組に起因 既6に含まれる有機成分が分解されることがわかる。

[0059] ところで、改気SOG版7に水分および水 **佐基が含まれているならば、図4.4 に示す位素プラズマ** 処理を施した場合のように、3600cm-1および930 cm-1付 る。尚、3600cm-1付近の吸収ピークはHーOH,Si-近に木酸塔に起因する吸収ピークが見られるはずであ

ピークはSi-OHのSi-O結合の単語に起因するも に含まれる水分および水酸場が減少していることがわか O HのO − H粘合の何格に起因し、930 cm−1付近の吸収 **うな吸収ピークは見られない。従って、イオンが形人を** れた直後には、有数500数6に比べて収到500数7 のである。しかし、グラフ5-2~5-8には、そのよ

れた演後の赤外吸収スペクトルをFF-IR 法によって調定 した結果を示す。尚、イオン主人の条件およびイオン権 は図3におけるそれと同じであり、イオン値を変えても 【0060】図6に、有扱SOG版6にイオンがAL人を 女質SOG膜7の赤外吸収スペクトルは変化しない。

日間晒された後の改質SOG膜7の赤外吸収スペクトル 後、グラフ6~3はイキンが注入されてからクリーンル オンが注入されてからクリーンルーム内で大気中に10 脱6の形成直後、グラフ6-2はイオンが注入された直 ーム内で大気中に1.11周駆された後、グラフ6-4はイ

が陥された有機SOG既に比べた、改賞SOG級7の吸 は、3600cm-1および930 cm-1付近の吸収ビークが時間を 経るほど大きくなっている。つまり、酸素プラズマ処理 cm-1付近の吸収ビークはほとんど大きくならない。従っ て、政党SOG幌でに含まれる水分および水殻場は時間 【0062】グラフ6-2~6-4に示すように、イオ を絵でも畑大しないことがわかる。-・ガ、図44に小す ン注入が行われてから時間を経ても360cm-1および930 ように、後者プラズマ処理が陥された有機SOG版で 湿性は低下していることがわかる。

[0063] 图7 および図8に、有限SOG懸6に混入 するイオンのドーズ量を変化をせた場合の赤外吸収スペ オン注人の条件は、図7に示すのは加速エネルギー;30 keV の場合、図8に示すのは加速エネルギー;140keVの 場合であり、それぞれイオン主人後に300 ℃で30分間の 熱処理が行われる。高、イオン注入後の熱処理について は省いても同様な結果を得ることができる。また、津入 り、イオン値を変えても改質SOG較7の水外吸収スペ クトルをIT-IR 法によって測定した結果を示す。尚、1 するイオン種については図5に示したものと同じであ クトルは変化しない。

[0064] 図7および図8において、グラフ1ー1お tびグラフ8-1は有機SOG版6の形成直後、グラフ グラフィー3およびグラフ8-3はドーズ船;1×1Cl5 cm-2、グラファー4およびグラフ8-4はドーズ量;1 . -2およびグラフ8-2ほドーズ量;1 ×1C¹⁴cm⁻². ×1016cm-2の場合の赤外吸収スペクトルである。

[0065] グラフ7-1-8-4に示すように、イオ ンのドーズ量が増えるほど3600cm-1および930 cm-1付近 の吸収ピークが小さくなっている。従って、消人される イオンのドーズ量を増やすことにより、改質SOG殴7

院6の形成直後よりも原中に含まれる水分および水酸場 が増大している。しかし、図44に示すプラズマ処理を 何し、ドーズ抗:1×10¹⁴cm-2の場合には、有数SOG こ含まれる水分および水酸塩が減少することがわかる。 指した場合に比べれば、その個人の置かは関めた小な

OG版7に含まれる水分および水酸塔が増大されないた 良が起こるのを時止することができる。従って、本実施 形態によれば、有機S0G阪に依蓋ブラズマ処理を摘す 従来例に比べて製造工程が簡単になり、スルーブットを [0066] このように、本実施形態によれば、有機S となく、ピアホール 9 において ポイズン ドピアなどの不 め、有機SOG膜6をエッチバックする工程を設けるこ 向上させることができる。

って測定した結果を示す。尚、イオン注入の条件は、加 [0067] 図9に、存設SOG数6にアルゴンイオン が注入された直後の赤外吸収スペクトルをFT-IR 法によ 遠エネルギー;140keV、ドーズ数;1 ×10¹⁵cm-²であ

が分解したことを示唆している。また、0 - H :3500cm 付近) やSi-CH3 (1250cm-1付近) に関する吸収ビ **−ヶが見られない。これは有機SOG畷6中の有機成分 イオン注人前後で、あまり大きな変化が無いことも分か** 【0068】以近SOG脱7では、—CH (約3000cu-1 -1(4近) やSi-〇 (1100cm-1(4近) の吸収放度には、

C: 452 kJ/mol, C-H: 333kJ/mol, O-H: 428kJ/ mol)に着日すると、Si-Oの結合エネルギーは他の 指合の2倍程度大きい。その結果として、Si-O結合 も吸収ビークが新たに発生することが分かった。これら されたイオン衝撃のエネルギが、上記過程の主たる要因 であると考えられる。さらに、関5に示すように、その オン種に低作しない過程がまたる要因であることを示唆 している。また、有機50G膜6中に含まれている化学 の切断は顕著でなく、C-日結合が優先的に切断されて いると考えられる。さらに、改質SOG駁1の赤外吸収 スペクトルにおいて、 900cm-1付近と2100~2300cm-1に [0069] アルゴンは不活性な元素であるので、注入 他のイオンでも同様の結果が得られており、注入するイ 指令の指令エネルギー(Si−O: 800k]/mol. Si− の吸収は、Siー日結合に関するものと考えられる。

に、イオン注入によって分解された有機成分(特に、炭 素)の存在の有無を調べることを目的として、イオン注 て評価した結果を示す。尚、イオン注人の条件は、加遠 ても、ほとんどの炭素原子は膜中に残留していることが 人前後の炭素濃度の深さ方向分布についてSIAS法を用い 図10から、A-1. で消べたように有数成分が分降し 分かった。このとき、炭素濃度は膜中で均一であり、イ エネルギー;140keV、ドーズ量;1 ×10^{15cm-2}である。 【0070】<A−2、炭素濃炭(SIMS 法) >図10

この結果は、炭素は揮発性化合物に変化せず、吸中に創 まっていることを示唆している。また、その他のイオン (何えば、フッポや電素など)を消入した場合でも、炭 益の微度分布が変化せず、販中に展開することを確認し オン部人前後で語ぎ分布の数化がないことが分かった。

【0071】 高、RBS (Rutherford Back Scattering 数6では0/Si:1.67, C/Si:0.3、世代SOG method)による観中の平均原子数の比は、有数SOG 照7では0/Si:1.72, C/Si:0.3 である。

【0012】・方、俺者ブラスマ処理を川いて改賀した 1022cm -3)が1 ×1019cm -3 程度に減少することが既 に報告されている (C. K. Wang, L. M. Liu, H. C. Che 101 (1994). 参照]。イオン注入法を用いた改覧SOG 膜1では、炭素がほとんど段留しているので、酸素ブラ 場合、有数SOG数6中の販売(プラスで適用値は5× ng, II. C. Huang, M. S. Lin, Proc. of IEEF VMC, p. ズマ処理を用いた場合とは異なる特性をもつことが関格

図11に、有機SOG競6にアルゴンイオンが主人され [0073] < A - 3. ゲングリングボンド(ESRij.) > た直後のゲングリングボンドをESR 法によって測定した 結果を示す。尚、イオン混入の条件は、加速エキルギ - ; 140keV、ドーズ量:1 ×10^{15cm-2}である。

力、改賞SOG版ででは、炭素のタングリングボンド(g (水器、酸素、炭素、シリコン)と結合していることに なる。さらに、図りでは、炭素と水素の結合に関する吸 [0074] 有機SOG膜6では、基板表面に存在する - 2.0025)が規測されるようになる。このときの炭素の た。一方、図10の炭素濃度を深さ方向に積分すると炭 素原子の血密度は、5 ×10¹⁷cm-²となる。炭素には粘合 手が4 本あるので、全ての炭素の結合手が末結合であっ ら、殿中炭素の指合手の99、85%は、殿中に存在する原子 Pbセンタ (g=2,0064)以外は説頭されなかった。このとき た場合、2 ×10^{18cm-2}のゲングリングボンドが存在する ことになる。ところが、実際に観測された炭素のゲング か、またはシリコンや俊素と結合していることが推察さ ゲングリングボンドの面密度は3.0 ×10¹⁵cm-²であっ のPbセンタの順策度は3.2 ×10¹²cm -² であった。--リングボンドの巡流反か3.0×10¹⁵cm-²であることか 収は設調されていないので、災素向上で結合している

(B. 改覧SOG観7の安定権)

06版7の版厚減少に着出して評価した。図12に、有 加速エネルギー; 140keV、ドーズ弧;1 ×10^{15cm-2}であ **散SOG煎6にアルゴンイオンを注入して形成した改質** SOG脱7を指表が開気中で30分間の熱処理を施したと <B-1.耐熱性>耐熱性の指標として、まず、改覧S きの販屋変化について示す。高、イオン注入の条件は、

【0075】 (1数SOG版6に熱処理を施した場合、熱 減少は、熱処理温度が高くなるにしたがって脱が緩密に **限した場合の駅屋と同程度になっている。これから、改** 【0076】<B-2、然現道ガス特性>図13に、有 処理温度が高くなるに従って原序が減少する。この展序 なることが原因であると考えられる。一方、改覧SOG 女気SOG数1の数字は右位SOG数6を200 5522点 NSOG脱さでは、有限SOG脱6を800 でで熱処理し SOG敷1か公共沙耳火で30分回の松角組を指し、11-1 R 法を用いて評価した結果を示す。400 で以上の然処理 では、温度を上げるにしたがって、Si-Hに関すると た場合と同程度まで脱が殺害化していることがわかる。 数SOG駁6にアルゴンイオンを注入して形成した改到 及では800 でで基処理しても限度が減少しない。また、 予選される吸収ビーク(900cm-1(+近上2100~2300cm-1) が徐々に減少していることが分かる。

[0077] 図14に、収包806数7を強指が回知で 示す。尚、イオン記入の条件は、加速エネルギー;140k 30分間の果処理を施し、TDS 法を用いて評価した結果を eV、ドーズ量:1 ×10¹⁵cm-²である。 [0078]400 で以上の熱処理では水紫の脱離が脱調 される。FT-IR 法で敬調されたSiーHに図すると予測 られる。この結果、 900cm -1 付近と2100~2300cm-1の される吸机ピークの学動と傾向が一致するので、Si-Hから解落した水溢がTDS 分析で設調されたものと考え 吸収はSiーHに関する吸収であると考える。このこと は、これまでに報告されていない。

i-OHまたはH2 Oから解離した水紫) が関係してい **有機SOG版6とを比較したところ、必質SOG版でに** H指合の形成過程には、イオン衝撃によって解離した水 者 (王メチル塩を構成する炭素から解離した水素、②5 ると考えれられる。すなわち、仮器や炭素が解離するこ [0080] さらに、TDS 注を用いて改賞SOG幌1と [0079] イオンを注入することで形成されるSi-とによって形成されたシリコンのゲングリングボンド おける各m/eの削り歯度は、H2(w/e=2);13、CH を、①または②の水素が幹増していると考えられる。

3(m/e=15) ; 0.1 , H₂ O(m/e=18) ; 0.1 , CO(m/e=2 8);2.4、CO2 (四/e=44);2.5 である。---方、有機S 2 0. CO, CO2 で同じ1.0 である。このように、以 **OG厩6における各m/eの相対強度は、H2.CH3.H** 質SOG脱7のガが、H2 O(m/e=18)やCHx (m/e=14. 15)に関する脱離が少なく、H₂(we-2)やCO_X(we-2 8,44)が多いことが分かった。

作の指標として、改質SOG酸1の酸厚減少に溶用して したときの駁牙変化について示す。尚、イオン注入の糸 作は、信選エネルギー;140keV、ドーズ箱;1 ×1C¹⁵cm [0081] <B-3. ブラズマ耐性>使素ブラズマ射 評価した。図15に、有機SOG数6にアルゴンイオン を注入して形成した改質SOG取りを依然プラズマに順

[0082] 有機SOG脱6を依装プラズマに関した場 ☆、駅屋が10x 減少したのに対して、改覧SOG脱すを 後春プラスマに晒した場合は、穏害が強少しないことが **かかった。但し、改作SOG版での配字は有版SOG版** 6 に比べて25% 減少している。以上の結果から、有模成 **介、後去プラズマ耐性の優れた膜に改質されていること** が分かった。また、佼芸プラズマに関した場合よりもイ オン注入した場合の方が観点減少が大きいことから、イ 分が分解して領域するような条件でイオン注入した場 オン記入した方が眠の密度が大きいと考えられる。

こと、およびSi-Oに関する赤外吸収強度が増加する た。この結果、イオンをドーズする深さが模技い領域で H. C. Cheng, H. C. Huang, M. S. Lin. Proc. of IEEE アッシング処理前後の赤外吸収スペクトルをFT-IR 法で 頭起した結果を示す。 アッシングは、東波グウン・プロ 【0084】<B-4.水分透過位と吸湿性>4/酸SO が知られているが、その場合には、脱中水分が増大する [0083] 次に、イオン市人法を用いて観及面だけを ーを川いて、駅F/10 /m のレジストを除去できる条件で オンを注入した場合、改質SOG股の内部の有機SOG この試料に対してアッシング処理を摘しても、ド地の信 吸SOG膜6のメチル場の前が変化しないことが分かっ 行った。図16から、注人エネルギ20keV でアルゴンイ G膜6を酸素プラズマに晒すと有機吸分が分解すること あっても、アッシング耐性が向上することが分かった。 改質した場合のアッシンが耐性を評価した。図16に、 既は改宜されずに扱っていることが分かった。さらに、 ことが既に報告されている (C. K. Wang, L. M. Liu, VMIC, p. 101 (1994). 25!!!!) 。

[0085] そこで、イオン池人で改覧された改覧SO も水分の増加は小さい。さらに、イオン注入した場合、 し、原中の水分を評価した結果を示す。既中の水分量 について比較した。 図17に、それぞれの改質処理前 後、および改費後にクリーンルーム内で大気中に放置 く、1日後でも水分が増加していることが分かる。一 改質しなかったものよりも吸湿が少なかった。

-1付近)の価格強度を指標とした。このときのイオン種 はアルゴンであり、注入エネルギは140kcVである。 陸着 プラズマに晒した場合、処理前後での水分増加だけでな ガ、イオン注人の場合には、イオン注人後に増加してい ないだけでなく、クリーンルーム内で大公司に按照して [0086] イオン注入した場合に吸湿が少ない原因と は、赤外吸収スペクトルの0-Hに関する吸収(3500cm G版7. 依然プラズドに属すことによって収費された化 数SOG販6,必然していない有数SOG敷6の吸温性

5.5 [下川,字库瓦,時僅,平下,音丸,信字技報, Vo こ、イオン派人した数の密度が最も高く、数密を躊躇で [0087] (2) B-1. およびB-3. で述べたよう . 92, No. 369. SDN92-133(1992)p. 89. 48 Hit] ,

[0088] 図18に、皮質SOG版での水分の透過性 こりで P. 選 くる 三色 P. P. L. (1201)、 2 次 三 の 医 生 点 次 宝雰囲気) した結果を示す。四-取 法を用いて、有数S 近)の面積強度を求め、PCT 時間との関係をプロットし (Art 20keV)を作毀し、販会体を改貨したもの (A r+ 140keV) や改質しなかったものと比較した結果、以 た。イオン注入法を用いて格及而だけを改質した以料 ○ G 版 6 中の 0 - H に関する吸収ピーク (3500cm −1(4 ドのことが分かった。

した場合、350cm-1付近(0-Hに関する)の曖昧追逐 [0089] (1) 政府していない有限SOG版6をPCT が傾的な増加を示す。

の吸収強度の増加は小さい。脱表面だけを改質した試料 (2) 改質した版では、3500cm-1付近 (0-日に関する) でも、脱余体を改覧したものと同程度である。

A改置されていない部分が存在するので、PCT して欧内 部の未改質の部分まで水分が到途すると(1)のような **変化を示すことが予測される。しかし、今回のMT 時間** [0090](3) 既表面だけを改姓した場合、殿内部に の極屏 (60時間後まで) では変化は小さかった。

OG版6の比談電率は3.1 であり、イオンを注入しない Murase, Jpn. J. Appl. Phys. , Vol. 33, p. 1385 (199 F*. P*. Ar*)を記入して改筑した改筑SOG脱 (C. 電気的特性(誘電集))図19に、MOSキャバ で依素プラスで処理を施した有限SOG版6は、高誘電 華化(比勝近率が6.9)していた。これは、殿中に水分 [0091] 以上の結果から、イオンを注入することで シタの茶紙容量値と断面SEM 法による観察から得られた 釈房を用いて、比誘電事を算出した結果を示す。有機S が多く含まれていることが原因であると考えられる (k. 7も、比誘電率は3.5 前後になることが分かった。この 4). 診照() 。それに対して、どのイオン (B+ , N+, 水分の透過性を抑制する局を形成できたと考えられる。

量:1×10^{15cm-2})、| | 23は有機SOG験6にアルゴ 【0092】 (D. ピア・ホール形状) 図20~図25 は、ピアホール9の断面状態を断面SEN 法で政祭した顕 ※ 11 ×1015cm-2)、図2 2は有数SOG数6に営業イ オンを注入した場合(加速エネルギー;80keV 、ドーズ 競浪写真である。図20は有機SOG膜6にイオン油人 を行わない場合、図21は有機SOG殻6にフッ装イオ ンを注入した場合(加速エネルギー;100keV、ドーズ

> くのSiーH結合をもつ (M. Doki, H. Watatani, Y. F (1) B-2. で述べたように、イオン注入した膜中に多

して、以下の駁構造が関係していると考えられる。

urumura, Proc. of IEEE VNIC, p. 235(1994), 参照) 。

- 米量:1 ×10¹⁵cm-2)、図25は有限SOG胶6に酸 点プラスマ処理が描された場合(酸素プラスマ処理の条 ソイオンを注入した場合(加速エネルギー;140keV、ド **ーズ県:1 ×10^{15cm-2})、図24は有限SOG駅6にリ** ンイオンを派入した場合(回済エネルギー;140keV、

作は図すすにおけるそれと回じ)を示す。

[0093] 図20に示すように、有限SOG版6に同 ない。この結果からも、改質SOG脱7には有機成分が 含まれていないことがわかる。また、常常イオンの注入 についても、上記の各イオンと同様の効果があることが しかし、図21~図24に示すように有数506感6に イオンは人が行われた場合には、回2.5に示す酸塩ブラ メッ処刑が悩された場合と同様に、リセスは発生してい の処理も行われない場合には、リセスが発生している。

[0094] 上記のA. -D. の結果をまとめると以下 のようになる。収斂206歳7の禁錮に返した以下のこ とが分かった。

(1) C-H 指合は減少する。

[0095](2) Si-O指合の減少は比較的小さい。 (3) Si-H指合が存在する。

(4) 炭素は膜中に残留している。

【0096】 ②,原中のダングリングホンドの数のほと **んどが炭素のものである。**

(6) ダングリングボンドの数は膜中の炭素原子の数より 2 桁程度少ない。

[0097] (1) 耐熱性では、800 でまで脱厚減少がな った (1数806 販6の結果と比較して、以下のことが分 改質SOG版での安定性について、イオンを注入しなか

い。定道したも木やCLK の脱離様は少ない。但し、木巻 (2) ブラズマ(特にレジストのアッシング条件) に瞬し や炭素酸化物は比較的多く脱離する。 ても、脱収鉛が生じない。

[0098] (3) 吸湿性は小さく、水分の透過は少なく

改覧SOG膜7の誘指率に関して以下のことが分かっ

[0099] (2) 注入するイオンに低存せず、比誘電率 (1) イオンを注入すると誘電率は高くなる。

ている状態の構造について考別していく必要があると考

さている。

結果は、それぞれのイオン種が電気的に有効な状態で原 いことを示唆している。誘電率が比較的低い原因は不明 であるが、今後、改質された有機SOG膜6中に疫倒し

は3.5 になった。改賞SOG膜でを傾開絶縁膜として適 壁に改質506版7が帰出する構造であっても、図21 - 関25に示すようにリセスが発生することはなく良好 用した場合、図2 (c) に示すようにピアホール9の間 などアポール9の距面形状が得られることを確認した。

Si-CH3 → (結合開製、再結合)

6および肉27に、塩質806脱でにおけるドース量の に、以下の各族特性についた遅くた結果を消べる。区2 強いによる高周波CV特性の変化を示す。これより、ドー (0100) 次に、上記のA、~D、を確定するため **スイド(は1 ×10^{15cm-2}以上必要であることがわかる。**

47 17 1:09-069562

ン団人無し(有数SOG数S)。ドーズ讯:1 ×1(Hea 14cm-2については3000人である。ドーズボ:1 ×10¹⁴cm ×10¹⁶cm-²については2500人であり、ドーズは;1 ×10 量の違いによる赤外吸収スペクトルの変化を示す。イオ 最適のドース景像存在を示す。同し、有数SOG版6の 2では、有機SOG膜の限序が呼いにも関わらずリーク [0101] 図28に、英照SOG影7におけるリーク 慰しば、イオン注入第し、ドース注:1×1012cm-2、1 **高流が多いことから、販質が悪いことがわかる。**

クが大きいことから、腺が水分を吸収するか又は膜中で 水分が生成されていることがわかる。それに対して、ド -2ではC-Hのビークがパきく、有板吸分が多く残って - 本紙: 1 ×10¹⁵cm⁻², 1 ×10¹⁶cm⁻²では0 - Hのビー クが小さいことから、水分が少ない良質な販であること いる。また、ドーズ海:1 ×10¹⁴cm-²では0 —Hのビー がわかる。

高周波が特性の変化を示す。改賞SOG販7は熱処理を **陥しても特性カーブがほとんど変化しないことから、熱** [0103] [4301], 及[[SOG版]の然処理による 的に安定であることがわかる。但し、然処理を施すと、 ヒステリシスは若干大きくなる。

ラズマ副作を示す。改質SOG版では松素プラズマ処理 を摘して然処理温度を上げても誘電率がほとんど変化し [0105] 図32に、ドーズ派の違いによる優格プラ ズマ処理を超すと誘電率が大幅に増加し、イオン注入無 し(有機SOG版6)と同程度になる。これより、位益 プラズマ耐性を向上させるには、有限50G販6中の有 徴成分をイオン注入によって分解することが重要である [0104] 図31に、然処理温度の違いによる破素ブ ズマ射性を示す。ドーズ量:1×10¹⁴cm-²では酸素プラ ない。これより、真質で安定な販であることがわかる。 ことがわかる。

示す。政策806数7中にはC-C結合およびC-O結 [0106] 図33に、改筑SOG版7のXPS (X-ra y Photoemission Spectroscopy) スペクトル (C1S) を 合が存在する。これより、前記した図17における推算 が近しいことがわかる。

[0101] 尚、イオン注入によるメチル塔の分解は、 式 (3) で長される。

-H-Si, C-C, C-O

.... (3)

- 方、俊素プラズマによるメチル場の分解は、式(4)

.... (4) Si-CH3 + (陸化) +HO-Si, H2 O, CO2 1 (15)

肉26~肉30に水す精巣をまとめると以下のようにな

(1) 改質SOG脱7は、ドーズ量:1 ×10^{15cm-2}以上に おいて、ヒステリシスの小さい真質な概となる。

[0109] (2) 改賞SOG版7のリーク追溯は、信談 SOG数6と比べた子がへなる。

(3) 政机SOG殴ては仮ポプラスでには深されても設置

(4) 改質SOG販7の協電率は約3.5 になり、酸盐プラ ズマの対抗および熱処用によって変化しない。 の劣化が少ない。

[0110] (5) 注入するイオン種に依存せず、改覧S O G 販 7 の 13 指 平住 493.5 に なる。

|40kcV| である。

(6) 改作SOG胶7中に現留する炭素は、新たにC-C 結合やC-O結合を形成する。 [0111] [7] 必覧SOG版7の構造は、有限SOG 取6に依案プラズマ処理を超した場合の構造とは異な

次に、図26~図30に示す各種特性を補完するため

min である。また、イオン派人の加速エネルギー;140k [0112] 図31に、ff設SOG版6にアルゴンイオ **イオンのドース量を変化させたときの販売変化について** 示す。尚、彼恭ガラズで処理の条件は、マイクロウエー **アゲウンフロー装置を用い、マイクロウエーブ出力;10** 00㎡、ガス種:俊紫、霓紫、木紫の混合ガス、圧力;40 処理の条件は、処理温度:300~800 ℃、処理時間;30 ンを注入して形成した改質SOG駅7を俊碁プラズマに 最した会議が再気中で然処理を行った場合に、アルゴン OPa 、処理温度;220℃、処理時間;2.5minである。熱 に、以下の各種特性について調べた結果を述べる。

[0113] 図15に関して説明したように、有機SO G脱6を検索プラズマに関した場合には脱厚が大きく減 少する。また、改質SOG膜でを後素プラズマに関した 場合でも、ドーズ景:1×10l4cm-2のときにはやはり駁 **げが減少する。従って、債者プラズマに関した際におけ** [0114] 図35は、アルゴンイオンのドーズ派;1 5改質SOG脱7の脱収縮を防止するには、ドーズ量; ×1015cm-2以上必要なことがわかる。

eVである。

けるピアホール 9 の斯面状態を斯面SBN 法で観察した顕 ×1015cm-2、加速エネルギー;20keV の場合におけるど アホール 9 の斯伯状態を斯伯SEM 近て観然した麗鏡級等 量:1 ×10¹⁵cm-2、加速エネルギー:90keV の場合にお 真である。また、図36は、アルゴンイオンのドーズ 散説写真である。

いるのに対し、図23 (加速エネルギー;140keV) では リセスが発生していない。これらの結果から、改覧SO G膜子の脱収組を防止するには、アルゴンイオンのドー 【0115】図35および図36ではりセスが発生して 必要であることが分かる。

(m/e=18)やCH3(m/e=15) に関する限権が少ないことが **6−18)についてTDS 決を用いて評価した結果を示す。**図 【0116】1437に、1414と同様の条件でH2 O(m 14に関して説明したように、改賞SOG駁7はH2 O

[0117] 図38および図39は、ピアホール914に 膜6にイオン注入を行わない場合、図39は有機SOG 脱6にアルゴンイオンを消入して改質SOG煎7を形成 **タングステンプラグを形成した場合の断面状態を断面SE** M 法で限務した組織統分式である。図38は有限SOG した場合(ドーズ量:1 ×10¹⁵cm-²、加速エネルギー; [0118] 図38に示すように、アルゴンイオンを注 人しない場合にはピアホール 9 内にタングステンプラグ が肌が込まれていない。これは、有限SOG威をからH 2 OやCH3 が脱礁したためであると考えられる。--

方、図39に示すように改質506成1ではピアホール これは、図14および図37に示すように、改質SOG 9内がタングステンプラグで完全に埋め込まれている。 脱りではH2 OやCH3に関する脱離が少ないためであ ると考えられる。

タルトレンチを形成した場合の関而状態を時面SEM 法で 高い上に、鮫に加れや剥がれなどが生じていないことが 数祭した顕義鏡写真である。改質SOG膜では平型信が [0119] 四40は、収割SOG敷7に安い直隔でメ 1.4.6. [0120] 図41に、タングステンプラグまたはアル :汽運が形成されたピアホールりを1000個シリーズに接 **続した場合の抵抗値のばらつきを示す。図41 (a) は** 有機SOG版6にイオン注入を行わないでピアホール9 およびアルミ電極を形成した場合、図41(b)はアル ゴンイオンを注入した改賞SOG版7にピアホール9お よびアルミ追捕を形成した場合、図41(c)はアルゴ ホール 9 の直径は0.7 〃m である。改質 S O G 販7 の場 命の規抗値は、有数SOG版6の場合の規范値に比べた ンイオンを注入した改質SOG膜7にピアホール9およ びタングステンプラグを形成した場合である。尚、ピア はるかに小さくなっていることが分かる。

ケボンド、最素原子、最素のゲングリングボンドの各審 【0121】因42に、改覧SOG限で中のダングリン 度を示す。改質SOG酸で中のダングリングポンドの密 度は、炭素原子の密度よりも2折も小さくなっているこ

[0122] 図43に、有機SOG膜6を300 ℃で熱処 形成した場合の密度の変化を示す。改質SOG版7の密 埋した後にアルゴンイオンを注入して改置SOG販7を 度は、密度が高い版として知られているPE-TEOS **販と比べてもさらに高くなっていることが分かる。**

[0123] 以上詳述したように、改賞SOG膜でを作 翌するために有機SOG版6に注入するイオンに関し

純物拡散によって形成されている場合でも、その不純物 拡散が抑制されることはない。従って、MOSトランジ 美上記の各イオン(フッ化シリコンイオン、フッ化ボロ 三全城丘台七名作咒,ゲート始初版2 全風路沿舟化台也 ロンの不純物度散を抑制させる代質、のいずれも有して オン、ポロンイオン、気器イオン)を有機SOG厩6に 主人すれば、演起したファ素イオンに関する問題点を同 **融することができる。その結果、配線にアルミが川いら** た。ゲート絶縁数2が低勝電率化されることはない。そ して、ソース・ドレイン領域4がリンまたはポロンの糸 ンイオン、アルゴンイオン、リンイオン、シリコンイオ ち、フッポイオン単体を除く各イオンについては、アル 5位質、ソース・ドレイン領域4におけるリンまたはボ いない。 添って、これらのイオン (フッ化シリコンイキ ン、フッ化ボロンイオン、アルゴンイオン、シリコンイ ン、ボロンイオン、フッポイオン、殺者イオン)のう れた場合でも、その配線が協食されることはない。ま スタの落子特性を設計値通りにすることができる。 て、以下の作用および効果を得ることができる。

リン酸(H3 PO4)が生成されることがあり、そのリ ン、シリコンの化合物イオンについては、ファ素イオン 単体はどではないにしても、有数SOC版6へ近人する [0124] ②リンイオンおよびリンの化合物イオンに ついては、有数SOG版6中の水分とリンとが反応して ソ他によってアルミが腐食される恐れがある。また、シ は、改質SOG酸7の専治性が高くなる恐れがある。従 って、リンイオン。リンの化合物イオン。シリコンイオ リコンイオンおよびシリコンの化合物イオンについて イオンとしてはあまり望ましくないといえる。

については、政策SOG版での登記性が高くなり、原則 [0125] ③シリコンおよびシリコンの化合物イオン 分子量が大きく拡散し難いため、ファ素イオン単体に比 **宝フッ素の化合物イオンは、フッ器イオン単体に比べて** 絶縁版としての性能が劣化する。

[0126] ③L.WJ~Jをまとめると、有機SOG膜 オンについても、崩起したファ素イオンに関する問題点 アルゴンイオン、ポロンイオン、鉛紫イオンが適してい **ベト国記名性質が弱くなる。従って、フッ素の代合物イ** (フッ化シリコンイオン、フッ化ポロンイオンなど) 、 6に注入するイオンとしては、フッ素の化合物イオン を回避することができる。

[0127] ところで、竹殻SOG版6に注入するイオ ンとして、上記⑤の各イオン以外に以下に示す各イオン があげられる。

ン、ラドンイオン)。不活性ガスイオンは有機S0G膜 6と反応しないため、イオン注入によって無影響が生じ ン、ネオンイオン、クリプトンイオン、キセノンイオ [1] アルゴン以外の不活性ガスイオン (ヘリウムイオ る恐れが全くない。

限了の場場本が低下する可能性がある。しかし、その場 ニオブ、ハフニウム、タンタルの元器単体イオンおよび それらの化合物イオン。IVa,Va似の记者の做化物は 路出率が高いため、改賞SOG版Tの路道率を高くする b. Vb. VIb. VII bの各版の元素単体イオンおよび 指来の原子はごく値かであるため、特に高い認治性の特 [0129] [3] IVa版, Va版の応着単体イオンおよ ン。この中で、会域元益イオンについては、改賞50G それらの化合物イオン。特に、酸素、アルミ、イオウ、 びそれらの化合物イオン。特に、チタン、パナジウム、 国者、ガリウム、ゲルマニウム、ヒ者、セレン、臭茶、 アンチモン、ヨウ茶、インジウム、スズ、テルル、鉛、 [0128] [2] ポロンおよび電景以外のIII b, IV ピスマスの元素単体イオンおよびそれらの化合物イオ 開発は駅が要求される場合以外には美田上開題ない。

[0130] [4] 上記の各イオンを視数種類組み合わせ て用いる。この場合、各イオンの柏桑作用によりざらに 優れた効果を得ることができる。高、上記各次施形態は 以下のように変更してもよく、その場合でも同様の作用 および効果を得ることができる。 ことができる。

【O131】 (1) 糸シリコン酸化酸5,8 全、プラズ ECR (Electron Cyclotron Resonance) ブラズマCV する。この場合、常爪CVD法で用いられるガスはモノ シランと後素(SiH₄ + O₂)であり、成配温度は40 0 で以下である。また、減圧CVD法で用いられるガス (Physical Vapor Deposition) 法など) によって形成 マCVD法以外の方法(常用CVD法、減化CVD法) D法、光励起CVD法、TEOS-CVD法、PVD はモノシランと亜酸化塩煮 (S i H4 + N2 O) であ り、成版温度は900 C以下である。

[0132] (2) 谷シリコン仮化脱5, 8を、水分お よび水板塔を遮断する性質に加えて絶縁性および機械的 強度が高い性質をもつ他の絶縁膜(シリコン氧化版、シ リケートガラス脱など)に置き代える。その絶縁順はC VD法やPVD法などどのような方法によって形成して

イド、高齢点金属、ドーブドボリシリコン、発化チタン [0133] (3) ソース・ドレイン追加10および配 段23を、アルミ以外の尊電材料(編、金、銀、シリサ (TiN) . タングステンチタン (TiW) などの合 会) およびそれらの指対情温で形成する。

[0134] (4) 改質SOG膜7に熱処理を施す。こ の場合、改質SOG酸で中のタングリングボンドが少な くなるため、吸湿性がさらに小さくなり、水分の透過も

[0135] (5) 有機SOG版6の組成を一般式 (2) で表されるものに置き代える。 さらに少なへなる。

OG駅に置き代え、その無機SOG駅にイオン注入を行 (6) 有数SOG酸6を一般式 (1) で表される無数S

(14)

この場合には、無機SOG酸に含まれる水分および 水酸基を低減させることができる。

観として使用する。この場合、デバイスを機械的・化学 的に確実に保護することが可能な優れたパッシペーショ 【0136】 (1) 改訂SOG販コをパッシペーション ン数を得ることができる。 [0137] (8) 政監SOG駅7を参添配数構造にお ける各配製間の各層回絶縁殿に加いる場合、有機SOG 低6へのイオン注人は以下のどちらの方法を用いてもよ

は、1 層目の配線上に1 層目の有機SOG厩6を形成後 (a) 各層の改質SOG膜6を形成する度にイオン油入を Fij。例えば、2層の改覧SOG膜7を形成する場合に 1、先に、2時日の監察を形成し、続いて、2時日の配 第上に2時目の有機SOG畷6を形成後にイオン消入を にイオン注入を行って1時日の改貨506脱7を形成 〒ゥて2階目の改質SOG版7を形成する。

[0138] (b) 全局の改質SOG賊6を形成した後で 夏7を形成する場合には、1粒目の配線上に1項目の有 説いて、2屋目の配額上に2屋目の有機SOG版6を形 -括してイオン社人を行う。例えば、2扇の改質SOG 限SOG膜6を形成し、次に、2時日の配線を形成し、 **並し、最後に、デバイス及前にイオン注入を行うこと** 机SOG版7にする。 [0139]以上、各式施形態について説明したが、各 **炎猫形態から把握できる指米項以外の技術思想について** 以下に記載する。

(4) 胡米項1~5のいずれか1項に記載の半導体装置 の製造方法において、前記SOG版の下層に絶縁版を形 成する工程と、前記SOG膜の上層に絶縁膜を形成する 1.程とを備えた半導体装置の製造方法。

C、 質認SOGの F外に形成された絶縁脱と、 資配SO このようにすれば、上帝および下帝の絶縁戦でSOG賊 が挟まれたサンドウイッチ構造の層間絶縁脳を形成する [0140] (ロ) 請求項6に記扱の事券体契爵におい G版の上層に形成された絶縁版とを聞えた半導体装置。 ことができる。

[0141]

[発明の効果]

) SOG既に含まれる水分および水酸塔を減少させる ことが可能な半導体装置の製造方法を提供することがで

せることが可能な非導体装置の製造方法を提供すること 【0142】2) SOG膜に含まれる有機成分を分解さ せると共に、駅中に含まれる水分および水酸塩を減少さ

[0143] 3) 平坦他に優れ、ポイズンドピアなどの 6.良を圓遊することが可能な時間絶縁版を備えた事尊体 炎質を提供することができる。

[図1] 第1 実施形態の製造方法を説明するための既略

【図2】第1支施形態の製造方法を説明するための既略

【図3】 第2 実施形態の製造方法を説明するための概略

[四4] 第2 実施形態の製造方法を説明するための概略

Britilla,

[本5] 第1、2次施形部を規則するための特性例。

2.実施形態を説明するための特性図。 [本6] 第1,

[以7] 第1,2 実施形態を説明するための特性図。

【図8】第1,2火焔形態を説明するための特性図。 【凶9】第1,2実施形態を説明するための特性図。

<u>e</u>

[図10] 第1. 2次過形態を説明するための特代图。

[|対11] 第1,2火焔形態を説明するための特性図。

【図12】第1,2実施形題を説明するための特性図。 第1,2 実施形態を説明するための特性図。 [图13]

|図14| 第1,2 支極形態を説明するための特性図。 第1,2 実施形態を説明するための特性図。 [세15]

[図16] 第1,2 実施形態を規則するための特性図。

9

[|凶17] 第1,2 実施形態を説明するための特性図。 [|対19] 第1,2火焰形態を説明するための特性図。 [図18] 第1、2美施形態を説明するための特権図。

[図20] 第1,2 実施形態のデバイスの断面状態を示 广川南鎮写真。 【図21】第1,2浅鮨形態のデバイスの開演状態を示 广西镇城沙坑。

<u>U</u>

[図22] 第1,2 実施形態のデバイスの断面状態を示 广照做银写真。

【図23】第1,2実施形態のデバイスの断面状態を示

【図24】第1、2 実施形態のデバイスの斯面状態を示 中国数据沙点。

广斯撒黛写真。

【図25】第1.2次施形態のデバイスの断面状態を示 广斯撒说写真。

[国10]

2 実施形態を説明するための特性図。 【図27】第1,2次施形態を説明するための特性図。 [图26] 第1.

Ç1E+22

ى1E+23

2 実施形態を説明するための特性図。 [四28] 第1,

【図29】第1,2次館形態を説明するための特性図。 2.実施形態を説明するための特性図。 【図31】第1,2実施形態を説明するための特性図。 |図32| 第1,2実施形態を説明するための特性図。 [四30] 第1.

【凶35】 第1,2実施形態のデバイスの時面状態を示 [図33] 第1,2実施形態を説明するための特性図。 [図34] 第1.2 実施形態を説明するための特性図。

【図36】第1,2次施形態のデバイスの断面状態を示 - 超微鏡写真。

【図37】第1,2実施形態を説明するための特性図。

[142] 第1、2 実績形態を説明するための特性図。 [|凶43] 第1.2火焰形態を説明するための特性図。 [凶44] 従来例を説明するための特性図。 【作いの説明】 [四38] 第1,2 次施形態のデバイスの断面状態を示 [|439] 第1,2 近海形態のデバイスの斯道状態を近

中超版說写真。 中加模說写真。 6…(/]供SOC以

[図40] 第1,2 近極形態のデバイスの階面状態を示

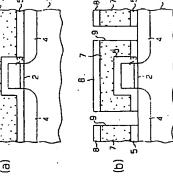
||四41||第1.2%指形額を説明するための特性は。

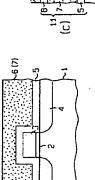
十四国第字点。

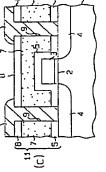
11…奶阳海林胶

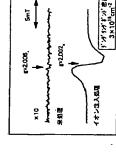
[제2]

(e)









8

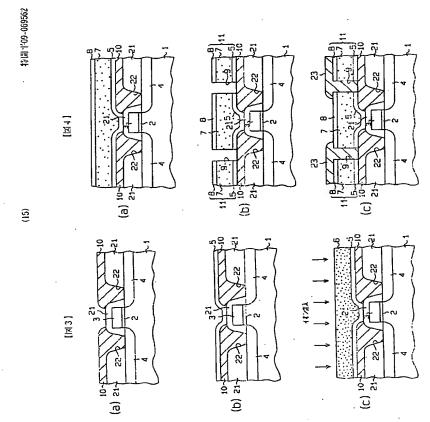
酸素プラズマ処理 (成業の畜産費) (5×10¹⁷cm⁻³ 8 8 200 30 Depth(nm)

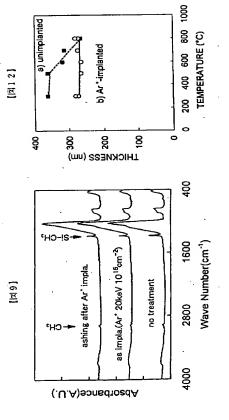
§1E+19

001ED 1011E

[311]

Magnetic Field(mT)



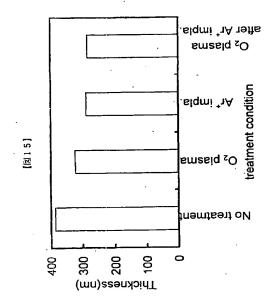


6 - 17

6 - 3 \\ \frac{7}{2}

[M6]

(11)



作制 1/09-069562

(19)

[XX]

00.000

∠ I − 8

√ε ÷ 8 TP-8

AB BORBANCE

